

Udo E. Simonis

Ökologischer Strukturwandel—  
Erfolge und Versäumnisse

Best.-Nr. P 2005-01

**Wissenschaftszentrum Berlin  
für Sozialforschung (WZB)**

**Januar 2005**

Beim Präsidenten  
Emeriti Projekte



Die Geschichte des Begriffs „Ökologischer Strukturwandel“ ist noch nicht geschrieben; seine Deutungen und Differenzierungen sind noch nicht umfassend belegt, inhärente Widersprüchlichkeiten noch nicht aufgezeigt. In wissenschaftshistorischer Sicht kamen jedoch mehrere Umstände zusammen, die seine Erfindung nahezu unumgänglich machten:

- Soziologen hatten den Begriff des gesellschaftlichen Wandels lange Zeit in funktionaler und struktureller Weise interpretiert, die Gesellschaft als ein Subsystem neben anderen (miss-)verstanden, nicht aber als Subsystem des globalen ökologischen Systems. Die Natur, das war was für die Naturwissenschaftler.... Was aber ist, wenn der gesellschaftliche Wandel die Natur zerstört?
- Ökonomen verstanden Strukturwandel als Veränderung des Anteils von drei (gelegentlich auch vier) Sektoren der Wirtschaft am Brutto-sozialprodukt. Diesem sektoralen Strukturwandel der Wirtschaft ist viel Aufmerksamkeit gewidmet worden, doch man blieb allzu lange blind gegenüber der Ökologie, solange zumindest, bis es zu Grenzüberschreitungen kam.
- Politologen hatten neben dem konstatierten Marktversagen in der Ökonomie den Verdacht des strukturellen Politikversagens geäußert. Selbst wenn Korrekturnotwendigkeiten im sozioökonomischen System erkannt werden, ist der Erfolg korrigierender Politikkonzepte nicht garantiert – die Implementation kann defizitär bleiben...

In dieser Gemengelage der allgemeinen methodischen Verunsicherung und zunehmender Schäden an der Natur bedurfte es – so erscheint es im Nachhinein – nur noch der zündenden Anstöße zur Öffnung und Erweiterung der sozialwissenschaftlichen Perspektive. „Nichts ist mächtiger als eine Idee, deren Zeit gekommen ist“ – so hatte Victor Hugo ja schon einmal treffend formuliert. Doch es war nicht eine, es waren mehrere Ideen, die zusammen kommen mussten: (1) eine Wiedergeburt, (2) eine finale Vermutung, (3) eine fundamentale Hypothese und (4) ein methodischer Durchbruch – die sich mit den Namen bedeutender Wissenschaftler/innen verbinden:

- (1) *Ernst Haeckel* hatte 1866 die Ökologie als biologische Fachdisziplin begründet; als Lehre vom Haushalt der Natur, die sich mit den Beziehungen der Organismen untereinander und zu ihrer Umwelt beschäftigt. Die Anwendung und Begriffserweiterung der Haeckel'schen Ökologie auf die heutigen Umweltprobleme hat sich als äußerst fruchtbar erwiesen, weil Mensch und Natur in viel höherem Maße als früher aufeinander einwirken, aber auch weil ökologische Prinzipien des Naturhaushalts auf Wirtschaft und Gesellschaft übertragen werden können.
- (2) *Rachel Carson* hatte 1962 eine finale Beobachtung über die ökologischen Effekte systemischer Insektizide, chlorierter Kohlenwasserstoffe und organischer Phosphorverbindungen gemacht – und zu einem dramatischen Begriff verdichtet: die Ausrottung höherer Lebewesen, der „Stumme Frühling“. Dieses Buch hat unzählig Viele, Laien wie Wissenschaftler, ökologisch sensibilisiert.

- (3) Sozialwissenschaftlich spannend wurde es Ende der 60er, Anfang der 70er Jahre.

*Kenneth Boulding* hatte 1966 ein starkes Bild geprägt: die „Spaceship Earth“, das Modell einer Ökonomie, die auf knappen Ressourcen, begrenzten Assimilationskapazitäten und fragilen Trägersystemen beruht. Ressourcenschonung, Umweltschutz und Resilienz des Ökosystems kamen so in den Blick.

*Herman Daly*, der andere Gründungsvater der „Ökologischen Ökonomie“, brachte 1973 ein Buch heraus über *steady-state economics*, das von der prä-analytischen Vision ausging, dass die Wirtschaft in ihren physischen Dimensionen ein offenes Subsystem eines endlichen, nicht wachsenden und materiell geschlossenen Gesamtsystems ist – des Ökosystems Erde.

*Nicholas Georgescu-Roegen's* fundamentales Werk „*The Entropy Law and the Economic Process*“ erschien 1971; es ist von den Ökonomen nicht hinreichend gewürdigt (und auch nie ins Deutsche übersetzt) worden. Die Meinungen hierüber divergieren: Die Einen sagen, wachstumsfixierte Ökonomen müssten den 2. Hauptsatz der Thermodynamik (das *Entropiegesetz*) grundsätzlich negieren, weil sonst ihr Theoriegebäude ins Wanken käme. Die Anderen sagen, Thermodynamiker verstünden zu wenig von den Gesetzmäßigkeiten der Ökonomie.

- (4) Der *Club of Rome* hatte 1968 eine Forschergruppe am Massachusetts Institute of Technology (MIT) beauftragt, mit Hilfe der dort von *Jay W. Forrester* entwickelten „Systems Dynamics“ Antworten auf die Frage des Zusammenhangs von Bevölkerungswachstum, Ressour-

cenverbrauch und Umweltverschmutzung zu finden. Es kam zu einem methodischen Durchbruch: Auf Basis eines hoch-komplexen Computerprogramms – des Weltmodells WORLD 3 – legten *Donella Meadows* und Mitarbeiter 1972 dem Club ihre Studie „The Limits to Growth“ vor, die rasch zu einem Welt-Bestseller wurde und leidenschaftliche Diskussionen zwischen Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft auslöste.

Anders als vielfach unterstellt, enthielt dieses Buch aber keine Prognose und beschrieb auch keine vorherbestimmte Zukunft. Es präsentierte vielmehr zwölf (!) Zukunftsszenarien im Sinne unterschiedlicher Optionen für die Menschheit. In Szenario 1 („*Standardlauf*“) und Szenario 12 („*Aktive Politik*“) sind die jeweils extremen Entwicklungstrends der wichtigsten Modellparameter wiedergegeben. Das Buch schloss mit drei summarischen Folgerungen:

- a) Wenn die gegenwärtige Zunahme der Weltbevölkerung, Industrialisierung, Umweltverschmutzung und Ausbeutung natürlicher Ressourcen anhält, werden die absoluten Wachstumsgrenzen auf der Erde im Laufe des 21. Jahrhunderts erreicht und überschritten.
- b) Es erscheint möglich, diese Wachstumstrends zu ändern und einen ökologisch-ökonomischen Gleichgewichtszustand herbeizuführen.
- c) Je eher sich die Menschheit entschließt, diesen Gleichgewichtszustand anzustreben, und je rascher sie damit beginnt, um so größer sind die Chancen, dass sie ihn auch erreicht.

Viele haben sich, wenn auch in je unterschiedlicher Weise und Intensität von *Haeckel*, *Carson*, *Boulding*, *Daly*, *Georgescu-Roegen* und den *Meadows* animieren lassen – auch ich, auch das WZB.

Kollege Karl W. Deutsch und sein GLOBUS-Modell waren stark von Forrester's Systemanalyse beeinflusst. Die deutsche Fassung der zweiten Meadows-Studie wurde 1992 am WZB der Öffentlichkeit präsentiert, mit ungeahnter Medienpräsenz. Während der erste Bericht (1972) die Grenzen des Wachstums noch primär in der Ressourcenfunktion der Natur sah, stellte der zweite Bericht (1992) deren Senkenfunktion in den Blickpunkt und der dritte Bericht (2004) die Grenzüberschreitungen, die dabei erfolgt oder im Gange sind.

Irreversible Schäden, Überschreitung von Grenzen, ökosystemare Instabilitäten – so lassen sich Anlässe wie Perspektiven der empirischen Forschung zum Ökologischen Strukturwandel bildhaft charakterisieren. Es geht dabei gleichermaßen um positive *und* normative Forschung, um Analysen von Trends *und* Möglichkeiten der Trendumkehr.

Die Forschung zum Ökologischen Strukturwandel hat vielfältige Facetten und höchst unterschiedliche Ausprägungen erfahren. Bilder und Metaphern spielen dabei eine wichtige Rolle: Die Natur als „Sack von Ressourcen“ anzusehen, ist das Eine, sie als „Senke“ und „biophysikalische Grenze“ zu erkennen, das Andere; und schließlich kann man die „Natur als Modell“ verstehen, von ihr zu lernen versuchen.

### 1. Ökologischer Strukturwandel der Wirtschaft

Der Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum und Belastung bzw. Entlastung der Umwelt lässt sich theoretisch relativ leicht postulieren; der empirische Nachweis ist dagegen nicht einfach. Zwei Fragen standen bei den betreffenden Forschungen im Vordergrund:

- a) Welche Schadstoffemissionen sind mit Wachstum und Strukturwandel der Wirtschaft verbunden (*output-orientierte Studien*)?
- b) Welche Energie- und Materialverbräuche (Stoffströme) führen zur Be- oder Entlastung der Umwelt (*input-orientierte Studien*)?

Beide Fragen, Emissions- wie Stoffstrom-Muster, sind auf Basis starker Hypothesen untersucht worden, der sog. „Environmental Kuznets-Curve“ (EKC) und der „Intensity-of-Use“ (IOU) - analoge Hypothesen, die beide eine inverse U-Form der Beziehung zwischen Ökonomie und Ökologie unterstellen: Die Umweltschäden nehmen mit steigendem Einkommen zu, dann aber aufgrund (irgendwelcher) sozioökonomischer Änderungen wieder ab.

Der empirische Nachweis zeigt jedoch gemischte Ergebnisse: Was die EKC-Hypothese angeht, sind zwar für einige Emissionsarten entsprechende Kurvenverläufe festgestellt worden, keineswegs aber für alle. In Bezug auf einige Verschmutzungsaktivitäten hat es ein „De-coupling“, eine Ent- bzw. Abkopplung von der Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes (BIP) gegeben (z.B. bei der Schwefeldioxid- und der Stickoxidbelastung), bei anderen aber nicht. Vergleichende Länderstudien kommen – dementsprechend – zu Unterscheidungen nach „Vorreitern“, „Nachzüglern“ und „Sitzenbleibern“.



Was das traditionelle Dreisektoren-Modell der Wirtschaft angeht, lassen die vorliegenden Forschungen einige allgemeine Schlussfolgerungen zu:

- a) Der Trend von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft ist in Teilen nur Zeichen der Auslagerung produktionsbezogener Dienstleistungen; er stellt also keine *absolute* Verringerung des Einsatzes natürlicher Ressourcen und keine *absolute* Reduktion der Schadstoffemissionen dar.
- b) Die Unterschiede in den Emissionskoeffizienten (*niedrige* im Dienstleistungssektor, *hohe* im Industriesektor) verringern sich, wenn auch die durch Vorleistungen verursachten Schadstoffemissionen mit in die Betrachtung einbezogen werden.
- c) Der Dienstleistungssektor expandiert unter zunehmender Nutzung von Fläche und zusätzlichem Verkehr; beides ökologisch höchst problematische Vorgänge.
- d) Der Rückgang des Landwirtschaftsanteils am BIP geht mit einer Intensivierung der Anbautechnik bzw. einer chemisch-physikalischen Bodenbelastung einher.

Zwischenfazit: Der autonome wirtschaftliche Strukturwandel ist eine notwendige, nicht aber eine hinreichende Bedingung für Umweltentlastung. Aus Gründen der ökosystemaren Stabilität muss nicht nur eine relative, sondern eine absolute Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und der Schadstoffemissionen bewirkt werden.

Wie realistisch ist eine solche Folgerung? Ist es nicht aussichtslos, mit „Junkies“ über die Gefahren des Stoffes zu reden; brauchen sie nicht unerbittlich Nachschub?

Hierzu einige indikative Zahlen:

- Der Materialverbrauch pro Kopf und Jahr liegt in Deutschland (mit steigender Tendenz) bei rund 80 Tonnen; die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen (mit sinkender Tendenz) bei rund 10 Tonnen. Wir alle tragen also einen schweren „Ökologischen Rucksack“. „De-Materialisierung“ und „De-Karbonisierung“ wären hier die strategischen politischen Ratschläge zur Trendumkehr.
- Die laufende Flächenumwandlung (Bauaktivitäten, Infrastrukturen) ist in Deutschland weiterhin sehr hoch. Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie will sie von zur Zeit 115 Hektar pro Tag auf 30 Hektar senken; der „Ökologische Fußabdruck“ soll also kleiner werden.
- Der Autoverkehr stellt weiterhin ein gravierendes ökologisches Problem dar. Wie die im September 2003 vom Bundesverkehrsministerium präsentierten „Mobilitätsdaten“ belegen, ist der sog. Flottenverbrauch nicht gesunken, sondern gestiegen: mit durchschnittlich 8,7 Liter pro 100 km schluckt ein PKW heute mehr (!) als vor fünf Jahren.
- Auch global gesehen gibt es wenig Anlass zur Entwarnung. In einer jüngst vorgelegten Studie über die Aussichten einer globalen „De-Materialisierung“ (Torras 2003) wurden die Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts (BIP) korreliert mit der nach den drei Wirtschaftssektoren differenzierten Materialintensität der Produktion (niedrig, mittel, hoch) und dem sich veränderndem Anteil dieser Sektoren (Landwirtschaft, Industrie, Dienstleistungen). Das Ergebnis: Zwischen 1960 und 1998 ist das Weltprodukt (GDP) von 8,8 Trillionen \$ auf 31 Trillionen \$ gestiegen. Dabei hat der Anteil des Dienstleistungssektors von 50,3% auf 61,8% zugenommen, der der Landwirtschaft ist von 10,1 % auf 4,5%, der des Industriesektors von 39,6% auf

33,7% zurückgegangen (relative „De-Industrialisierung“). Unter Status-quo-Bedingungen würde sich das Weltprodukt bis zum Jahr 2050 um das 6,1 Fache, der Produktionswert der Landwirtschaft um das 1,9 fache, der der Dienstleistungen um das 7,3 fache, jener der Industrie um das 4,4 Fache erhöhen. Je nach Annahme über die Materialintensität der Sektoren (Industrie gleich, größer oder sehr viel größer als der anderer Sektoren) müsste die Ressourcenproduktivität (der Output pro eingesetzter Materialeinheit) jährlich zwischen 3,2 und 3,6% zunehmen, auf dass der globale Materialdurchsatz gleich bleiben könnte (*schwache* bzw. *relative* De-Materialisierung) – und entsprechend mehr, wenn eine *starke* bzw. *absolute* De-Materialisierung des Globus Platz greifen soll.

Das bedeutet: Wenn die Weltwirtschaft in diesem Jahrhundert weiter wie gewohnt wächst und wachsen soll (?), die Stoff- und Energieströme aber aus Gründen der ökosystemaren Stabilität nicht weiter wachsen dürfen sondern absolut sinken müssen, sind enorme globale Anstrengungen zur Erhöhung der Ressourcenproduktivität erforderlich.

Das generelle Fazit lautet: „De-Karbonisierung“ und „De-Materialisierung“ als ökologische Perspektive, als absolute und nicht nur relative Umweltentlastung ist nur dann wahrscheinlich, wenn man von hohen Wachstumsraten der Welt-Wirtschaft abrückt, und/oder neben der Effizienzstrategie anderen Strategien Raum gibt: grundlegenden Änderungen im Lebensstil (*Suffizienz*) und im industriellen Design (*Konsistenz*). Eben dies sind Ansätze, die in anderen Forschungsfeldern zum Ökologischen Strukturwandel verfolgt worden sind.

## 2. Ökologisierung einzelner Sektoren

*Ökologisierung der Produktion*, so hieß ein WZB-Projekt in den 80er Jahren, mit dem die strategischen technologiepolitischen Alternativen ausgelotet wurden. Die sich ergebende Handlungsanweisung lautete: Übergang von der nach-sorgenden Umweltschutztechnik zur integrierten Umwelttechnik, von der *end-of-pipe-technology* zur *clean technology*. Integrierte Techniken sind nach-sorgenden Techniken in ökologischer Sicht überlegen, weil sie die Ursachen der Umweltprobleme angehen und nicht die entstandenen Umweltschäden; Schadensvermeidung statt Schadensbehandlung ist das Credo.

Es gibt zu dieser Frage viele Erfolge aber auch Patt-Situationen, weil integrierte Techniken zumeist einen höheren Investitionsaufwand erfordern. Zum Anderen aber wurde die ursprüngliche Frage erheblich erweitert: Wie pro-aktive Umweltpolitik technische Innovationen beschleunigen kann, wurde zu einem zentralen Forschungsthema, „Umweltmanagement“, „Öko-Audit“, „Öko-Controlling“ wurden zu wichtigen praktischen Anwendungsfeldern.

*Ökologischer Konsum* - dies ist das Pendant zum vorherigen Projekt. Das derzeitige Konsumniveau in den Industrieländern ist weltweit nicht übertragbar. Der Trend zu nicht-nachhaltigem Konsumverhalten aber ist ungebrochen, trotz vielfältiger Anstrengungen zur Kennzeichnung umweltfreundlicher Produkte, trotz Energieeinsparung, Recycling, „Grünem Punkt“ und „Blauem Engel“. Andererseits wurde zunehmend deutlich, dass die Konsumenten nicht eine homogene Gruppe bilden sondern

aus einer Vielzahl unterschiedlicher Gruppen bestehen, die sich in ihrem Verhalten erheblich unterscheiden. Um die Potenziale ökologischen Konsums ausschöpfen zu können, müssten also zielgruppenspezifische Strategien entwickelt werden.

In einer Studie über Konsumstile (UBA 2001) wurde eine Typologie entwickelt, die zehn Konsumtypen umfasst und diese zu vier Zielgruppen bündelt:

- (1) Die *Umweltorientierten*, denen u.a. die „durchorganisierten Ökofamilien“ und die „Alltags-Kreativen“ zugerechnet werden;
- (2) die *Überforderten*, denen die „Jungen Desinteressierten“ und die „Schlecht-Gestellten“ angehören;
- (3) die *Traditionellen*, mit den „Aktiven Senioren“ und den „Unauffälligen Familien“;
- (4) die *Privilegierten*, mit den „Kinderlosen Berufsorientierten“ und den „Statusorientierten Privilegierten“.

Eine erste Schlussfolgerung: Konsumtypologie und Zielgruppenkonzepte müssten Thema einer intensiveren Umweltkommunikation werden; die Vermarktung ökologischer Produkte und die Produktentwicklung sollten sich auf die Bedürfnisse und Präferenzen der verschiedenen Zielgruppen besser einstellen. Eine zweite Schlussfolgerung aber ist, dass die Umweltpolitik mit adäquaten Instrumenten auf den Plan treten muss.

Die *Stadtökologie* befasst sich mit den Umweltwirkungen des durch Industrialisierung und Tertiärisierung geprägten Urbanisierungsprozesses,

dessen Siedlungsstrukturen, Lebensstilen, Ver- und Entsorgungssystemen. Die zentrale Hypothese lautet, dass die historisch gewachsenen Stadt- und Siedlungsstrukturen wichtige Ursachen der Umweltproblematik darstellen; diese Strukturen sind in ihrer heutigen Ausformung nicht zukunftsfähig; es gilt, sie anzupassen („Ökologischer Stadtbau“).

Als Handlungswissenschaft entwickelt die Stadtökologie Leitbilder und Modelle sowie praxisorientierte Verfahren und Instrumente, wie der Umbau der etablierten Siedlungsstrukturen vorangebracht werden kann. Dieser Umbau betrifft vor allem das städtische Flächen- und Mobilitätsmanagement, die energetische Effizienz der Bausubstanz und die Effektivität der Ver- und Entsorgungsstrukturen, aber auch das soziale Miteinander in der Stadt.

*Ökologischer Landbau* – hierzu hatten drei Buchstaben (BSE) in Deutschland innerhalb weniger Tage bewirkt, was der Ernährungsaufklärung in 50 Jahren nicht gelungen war: Die Verbraucher aßen bewusst weniger Fleisch! Doch dieser Bewusstseinswandel währte nicht lange. „Klasse statt Masse“ mutierte zu „Klasse und Masse“, Effizienz- und Weltmarktorientierung der Landwirtschaft gewannen wieder die Oberhand; regionale Märkte und Ökologischer Landbau stehen weiterhin eher am Rande, jedenfalls nicht im Zentrum der politischen Agenda.

Diesen Stand der Dinge verdanken wir nicht nur kommerziellen Verwertungsinteressen und zentralistischer EU-Agrarpolitik; dies verdanken wir auch den nicht konsistenten Positionen in der Wissenschaft. Brau-

chen wir eine Neuorientierung in der Agrarpolitik – so hieß die diesbezügliche Frage: Die „Erklärung von Agrarökonomen“ und die „Kasseler Erklärung“ hätten widersprüchlicher nicht sein können (siehe JAHRBUCH ÖKOLOGIE 2002).

### 3. Industrielle Ökologie

„Natur als Ressource“, „Natur als Senke“ und „Natur als Modell“. Die ersten beiden Metaphern bestimmen die Empirie der Forschungen zum „Ökologischen Strukturwandel“, wie ich sie bisher skizziert habe. „Natur als Modell“ – dieses Postulat hat zu vielfältigen Initiativen und Ausdifferenzierungen geführt, hat die Kunst, die Naturphilosophie wie die Biologie beflügelt, aber auch in den Sozialwissenschaften Fuß gefasst. Vom Verständnis der Natur als Objekt hin zum Verständnis der Natur als Modell! So könnte man das umschreiben, was unter der Rubrik „Industrielle Ökologie“ bzw. „Industrieller Metabolismus“ gedacht und erforscht wird.

Vor rund zehn Jahren entstand der Diskurs um „Industrial Ecology“, von einer fiktiven Idee, einem losen Konzept hin zu einer professionellen Gesellschaft mit respektierter Zeitschrift (*Journal of Industrial Ecology*), einem respektablen Handbuch (Ayres/Ayres 2002) und anderen Ingredienzien, die eine neue Disziplin begründen.

Die offensichtliche, direkte oder auch nur imaginative Analogie zwischen natürlichen Ökosystemen einerseits und industriellen Systemen andererseits haben eine Reihe von Studien zum „Industriellen Metabolismus“ entstehen lassen und zur Ableitung hochinteressanter Theore-

me, zur Entwicklung neuer Methoden und zu praktischen Handlungsanweisungen geführt. Neue Analysetechniken wie „*Material Flow Analysis*“, „*Life Cycle Assessment*“, „*Ecological Footprint Analysis*“, „*Resilience Examination*“ u.a.m. wurden entwickelt und praktisch getestet. Der Natur mag, wie kritisch eingewandt wird, der moralische Kompass mangeln, den man zur Schaffung einer nachhaltigen Gesellschaft auch braucht. Nichtsdestotrotz verdeutlicht dieser Ansatz, dass der Mensch Teil der Natur ist und dass das vom Menschen geschaffene ökonomische System natürlichen Vorbildern nachempfunden, also umstrukturiert und angepasst werden könnte.

Das Konzept des „Industriellen Metabolismus“ hat mich gleich im doppelten Sinne des Wortes gepackt: Einmal, in dem es mir vergönnt war, mit Robert U. Ayres, dem Vordenker auf diesem Gebiet, im Auftrag der Universität der Vereinten Nationen (UNU) hierzu ein Buch herauszubringen, das international Aufmerksamkeit erzielt und eine Reihe von Studien zum Stoffwechsel der Industriegesellschaft angeregt hat. Dieser Stoffwechsel ist überhöht; die Industriegesellschaft leidet unter einer Reihe von Stoffwechselkrankheiten, an mangelndem oder unvollständigem Abbau bestimmter Stoffe und fehlender Synthetisierung anderer lebensnotwendiger Stoffe, was zu verschiedenen Ausfallerscheinungen führt: zu Gicht, Fettsucht, Diabetes mellitus...

In den Sprung-, Hand- und Kniegelenken der Industriegesellschaft ist es zu Ablagerungen gekommen; eine abnorme Ansammlung von Körperfett mit entsprechend vermehrter Körpermasse hat sich eingestellt, und wegen unzureichender Insulinproduktion liegt eine Störung des Kohle-



hydrat-, des Fett- und Eiweißstoffwechsels vor, wodurch Schäden an Leber, Nieren, Nerven- und Blutgefäßsystemen entstanden sind.

Wir sind noch auf der Suche nach adäquaten industriegesellschaftlichen Analogien dieser Krankheitsbilder. Industrielle Ökologie bzw. Industrieller Metabolismus, diesen beiden Ansätzen im ökologischen Diskurs geht es weniger um Verbesserung der Wirkungsgrade aller Technik- und Produktlinien – also um „Effizienz“ – als vielmehr darum, durch grundlegende technische, soziale und institutionelle Innovationen die ökologische Qualität der industriegesellschaftlichen Stoffströme so zu verändern und zu reduzieren (!), dass sie sich dem Naturstoffwechsel wieder besser einfügen, dass eine naturintegrierte Industriegesellschaft möglich wird. Diesen Aspekt der qualitativen Transformation der Stoffströme hat man mit dem Begriff „Konsistenz“ zu fassen versucht – und so bewusst den Diskurskontext mit „Effizienz“ und „Suffizienz“ hergestellt. Diese drei Strategieelemente eines Ökologischen Strukturwandels bedingen einander. Es ist allerdings weitgehend offen, wann, wo und worauf der Schwerpunkt jeweils liegen sollte bzw. wie ihre Integration gelingen kann.

#### *4. Umweltpolitisches Instrumentarium*

Alle Forschungsaktivitäten, über die ich bisher berichtet habe, waren in starkem Maße handlungsorientiert. Entsprechend ging es immer auch um die Frage, wie die entwickelten Konzepte umgesetzt, wie die formulierten Ziele erreicht werden können. Wenn ich dem Thema „Ökologischer Strukturwandel“ nun noch einen kurzen Abschnitt über das not-

wendige Instrumentarium anfüge, so hat das nicht nur einen persönlichen, sondern auch einen forschungspolitischen Hintergrund.

Vor gut zwei Jahren haben *Gjalt Hupp* von der Universität Leiden und ich hierzu einen umfassenden, systematischen Aufsatz für ein Handbuch geschrieben (WZB-Paper FS II 01-404). Wir typisieren und katalogisieren darin zahlreiche umweltpolitische Instrumente, die bestehen, vorgeschlagen wurden oder einsetzbar sind: verbietende, vorschreibende und Möglichkeiten schaffende Instrumente, informative, strukturelle und prozedurale Instrumente – differenziert nach Akteursrelationen, Zielobjekten und operationalen Ebenen.

Während vieles über die Öko-Steuer, über Emissionszertifikate, Fonds, Verhandlungslösungen, Haftungsregeln, Nutzungsentgelte, über die Beschleunigung des Ökologischen Strukturwandels im Allgemeinen und in den genannten Sektoren im Besonderen, über Effizienz- und Suffizienzstrategien gesagt und geschrieben worden ist, bleibt das geeignete Instrumentarium zur Beförderung der Industriellen Ökologie und der Behandlung des Industriellen Metabolismus – die „Konsistenzstrategie“ – weiterhin ziemlich vage. Es bestehen keine sonderlich präzisen Vorstellungen über den Umgang mit industriegesellschaftlicher Gicht, Fettsucht und Diabetes. Zwar hat es eine Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages über Stoffströme gegeben (1994), doch die Zeit – so scheint mir – ist darüber hinweggegangen. Es gibt bisher keine macht-nahe Bewegung, die diese Strategie aktiv propagiert...

## Literatur

- Andresen, Steinar, Shardul Agrawala (2002): „Leaders, pushers and laggards in the making of the climate regime“, in: *Global Environmental Change*, No. 12, S. 41-51.
- Ayres, Robert U., Leslie W. Ayres (Eds.) (2002): *A Handbook of Industrial Ecology*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Ayres, Robert U., Udo E. Simonis (Eds.) (1994): *Industrial Metabolism. Restructing for Sustainable Development*, Tokyo, New York, Paris: United Nations University Press.
- Beck, Ulrich (1986): *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Biermann, Frank, Sebastian Büttner, Carsten Helm (Hg.) (1997): *Zukunftsfähige Entwicklung. Herausforderung an Wissenschaft und Politik. Festschrift für Udo E. Simonis zum 60. Geburtstag*, Berlin: edition sigma.
- Bleischwitz, Raimund (1998): *Ressourcenproduktivität. Innovationen für Umwelt und Beschäftigung*, Berlin: Springer.
- Boulding, Kenneth E. (1966): „The economics of the coming spaceship earth“, in: H. Jarrett (Ed.): *Environmental Quality in a Growing Economy*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, S. 3-14.
- Carson, Rachel (1962/1981): *The Silent Spring*, Greenwich: Fawcet; in deutsch: *Der Stumme Frühling*, München: C.H. Beck.
- Daly, Herman E. (1973): *Toward a Steady-State Economy*, San Francisco: W.H. Freeman.
- Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (1994): *Die Industriegesellschaft gestalten*.

- Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen, Bonn: Economica Verlag.
- Forrester, Jay W. (1971): *World Dynamics*, Cambridge/Mass.: Wright-Allen Press.
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1971): *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge/Mass.: Harvard University Press.
- Grossman, Gene M., Anne B. Krueger (1995): „Economic growth and the environment“, in: *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, No. 2, S. 353-377.
- Haeckel, Ernst (1866): *Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen*, Berlin: Reimer.
- Hahn, Ekhart (1993): *Ökologischer Stadtumbau. Konzeptionelle Grundlage*, 2. Auflage, Frankfurt a.M.: Peter Lang.
- Hannon, Bruce (1997): „The use of analogy in biology and economics: From biology to economics and back“, in: *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 8, No. 4, S. 471-488.
- Huber, Joseph (1995): *Nachhaltige Entwicklung*, Berlin: edition sigma.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2001): *Climate Change 2001. Three volumes: The Scientific Basis; Impacts; Mitigation*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Isenmann, Ralf (2003): *Natur als Vorbild. Plädoyer für ein differenziertes und erweitertes Verständnis der Natur in der Ökonomie*, Marburg: Metropolis.
- Jänicke, Martin, Harald Mönch, Manfred Binder et al. (1993): *Umweltentlastung durch industriellen Strukturwandel? Eine explorative Studie über 32 Industrieländer*, 2. Auflage, Berlin: edition sigma.

- Jänicke, Martin, Udo E. Simonis, Gerd Weigmann (Hg.) (1985): Wissen für die Umwelt. Mit einem Geleitwort von Robert Jungk, Berlin, New York: de Gruyter.
- JAHRBUCH ÖKOLOGIE (1992-2004), München: C.H. Beck.
- Meadows, Donella et al. (1972): The Limits to Growth, New York: Universe Books; in deutsch: Die Grenzen des Wachstums, Stuttgart: DVA.
- Meadows, Donella et al. (1992): Beyond the Limits, Post Mills: Chelsea Green Publishing; in deutsch: Die neuen Grenzen des Wachstums, Stuttgart: DVA.
- Meadows, Donella et al. (2004): Limits to Growth – The 30 Year Update, White River Junction: Chelsea Green Publishing.
- Mol, Arthur P.J., David A. Sonnenfeld (Eds.) (2000): Ecological Modernisation around the World. Perspectives and Critical Debates, London, Portland, OR: Frank Cass.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU) (1978ff.): Umweltgutachten, Stuttgart: Metzler & Poeschel.
- Schmidt-Bleek, Friedrich (1994): Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS – Das Maß für ökologisches Wirtschaften, Basel, Berlin: Birkhäuser.
- Simonis, Udo E. (1988): Ökologische Orientierungen. Vorträge zur Strukturanpassung von Wirtschaft, Technik und Wissenschaft, 2. Auflage, Berlin: edition sigma.
- Simonis, Udo E. (Hg.) (1980/1994): Ökonomie und Ökologie. Auswege aus einem Konflikt, 7. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller (auch in Japanisch erschienen).
- Simonis, Udo E. et al. (2003): Öko-Lexikon, München: C.H. Beck.

- Torras, Mariano (2003): „Global structural change and its dematerialization implications“, in: International Journal of Social Economics, Vol. 30, No. 6, S. 700-719.
- Umweltbundesamt (UBA) (2001): Konsummuster. Konturen eines neuen umweltpolitischen Handlungsfeldes. Mit einer Zielgruppenanalyse des Frankfurter Instituts für sozial-ökologische Forschung, Berlin: Erich Schmidt.
- Wallace, David (1995): Environmental Policy and Industrial Innovations. Strategies in Europe, the USA and Japan, London: Earthscan.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (1993 ff.): Welt im Wandel. Jahresgutachten, Berlin: Springer (alle Gutachten auch in Englisch erschienen).
- Worldwatch Institute (1990 ff.): State of the World, New York, London: W.W. Norton & Co.
- Zimmermann, Klaus, Volkmar J. Hartje, Andreas Ryll (1990): Ökologische Modernisierung der Produktion, Berlin: edition sigma.
- Zukunftskommission der Friedrich-Ebert-Stiftung (1998): Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, sozialer Zusammenhalt, ökologische Nachhaltigkeit. Drei Ziele – ein Weg, Bonn: J.H.W. Dietz.